تطبيقات
العلوم النووية في الزراعة

إعداد و تأليف
أ.م.د يحيي حمدي محمد إبراهيم البشار



تحسين الصفات الوراثية
زيادة الإنتاجية
مكافحة الآفات
تشخيص دقيق وتتبع سريع
إدارة الموارد المائية

تطبيقات
العلوم النووية في الزراعة

إعداد و تأليف

أ.م.د يحيي حمدي محمد إبراهيم البشار

عضو اللجنة الوطنية للفيزياء بأكاديمية البحث العلمي بجمهورية مصر العربية

خبير تكنولوجيا الليزر من نقابة المهن العلمية بالقاهرة بجمهورية مصر العربية

عضوسابق بمجلس شعبة الطبيعة والفلك لمجلس نقابة المهن العلمية بالقاهرة بجمهورية مصر العربية

2026



الكتاب : تطبيقات العلوم النووية في الزراعة

إعداد وتأليف: أ.م.د يحيي حمدي محمد إبراهيم البشار

الطبعة الأولى : مايو 2026

لوحة الغلاف : (تصميم الربيع)

الإخراج والتنسيق الداخلي:

الربيع للصحافة والإعلام

13 شارع القومية ـ الزقازيق ـ ت مكتب 0552379677 موبايل 01064063063

(للتواصل مع المؤلف: 01001141053)

رقم الإيداع	2026/ 15625
الترقيم الدولي	978/977- 95 - 7553 -7

كيف تُستخدم النظائر المشعة في البحث؟

يمكن استخدامها كـ "متعقبات"

تتمثل محاولات الإنسان لوصف الكون في إيجاد إجابات للأسئلة التي يطرحها على الطبيعة:

- ما عمق البئر؟ ألقِ حجرًا فيه.
- أين القط؟ ضع جرسًا عليه.
- إلى أي مدى تطير بطة برية؟ ضع علامة على ساقها.
- أين اليراعات؟ راقبها عند الغسق.
- هل القمر الصناعي ما زال في السماء؟ استمع لإشارة الراديو.

تظهر أسئلة أخرى في البحث الزراعي:

- ما سرعة نمو الجذور؟ ما عمقها؟ متى تصل إليها المياه بعد المطر؟
- متى يصل قضمة من التبن إلى معدة البقرة؟
- كم من الوقت حتى تصل المواد الغذائية إلى دمها؟ إلى حليبها؟

- إلى أي مدى سينتقل لقاح الصنوبر على الرياح؟
- ما عمق أنفاق ديدان الأرض؟

للإجابة على هذه الأسئلة، يحتاج العلماء إلى نوع من "الجن المصغر"، الذي يصرخ في اللحظة المناسبة: "أنا هنا!" عندما تصل الجذور إلى السماد أو المياه إلى الجذر، وعندما يتحول التبن إلى حليب، أو تصل دودة الأرض إلى مكان معين—فهذا الخادم الصغير الخفي الذي قام بالرحلة يعلن: "أنا هنا"!

يوجد مثل هذا الجن المفيد في صورة الذرة المشعة: صغيرة جدًا، مطيعة، قابلة للنقل والهضم، محمية من النار أو الفيضان أو المجاعة، وقادرة على السفر تحت عباءتها الخفية إلى أماكن اختباء مخلوقات الطبيعة وإبلاغ أنابيب قيجر: "أنا هنا"!

تتصرف الذرة المشعة، غير المستقرة فيزيائيًا، كيميائيًا تمامًا مثل نظيرها المستقر حتى اللحظة التي تصدر فيها إشعاعها وتصبح مستقرة. على سبيل المثال، يتصرف الفسفور المشع من الناحية البيولوجية والكيميائية مثل الفسفور المستقر حتى يصدر جسيم بيتا ويصبح كبريتًا مستقرًا. وإذا دخل جسيم بيتا في أنبوب قيجر مملوء بالغاز، فإنه يُنتج دفعة صغيرة من الطاقة الكهربائية تُسجل بواسطة العداد.

مثل اليراعات التي تكشف عن نفسها عند الغسق بفلاشات الضوء، تُعلن النظائر المشعة عن أعدادها ومواقعها لأنابيب قيجر الحساسة بفلاشات "ضوء" غير مرئي.

ما مدى فعالية المتعقبات الإشعاعية؟

يمكن مقارنة قيمة المتعقبات الإشعاعية بالتقنيات الكيميائية التقليدية. فاختبار كيميائي حساس يمكنه رصد جزيئات مخففة بمقدار 10□□؛ أي يمكنه كشف جزيء محاط بعشرة ملايين جزيء آخر من نوع مختلف. بالمقابل، يمكن لتقنية المتعقبات الإشعاعية الجيدة التمييز بين تركيزات تصل إلى $10^{□11}$؛ أي يمكنها تتبع واحد من كل 100 مليار.

بمعنى آخر، باستخدام الاختبار الكيميائي يمكنك العثور على شخص في نيويورك يحتوي على وشم سري في سقف فمه، بينما باستخدام المتعقبات يمكنك العثور على نفس الشخص في أي مكان بالعالم، حتى لو تضاعف عدد سكان العالم خمسين مرة.

في الاختبار الكيميائي يمكنك التمييز بين ما يعادل حبة ذرة واحدة في عُشر حمولة عربة قطار؛ بينما في المتعقب، يمكن تتبع حبة واحدة في 850 عربة.

تغذية النبات وعمليات الأيض

تركز معظم الدراسات المتعلقة بتغذية النبات وعمليات الأيض على الأسئلة التالية:

- ماذا تحتاج النباتات للنمو الأمثل؟
- كيف تمتص المواد التي تحتاجها؟
- ما المواد التي تمتصها الجذور وما المواد التي تمتصها الأوراق؟
- كيف يحول النبات الماء والمركبات البسيطة إلى كربوهيدرات وبروتينات؟

ماذا يحدث للأسمدة في التربة؟

أظهرت الأبحاث المبكرة أن النباتات تمتص فقط 10–12% من الأسمدة الفسفورية في السنة الأولى؛ أما الباقي فيكون "محبوسًا" في التربة أو يُغسل بعيدًا. باستخدام الفسفور المشع-32 وجد العلماء أن 50–70% من الفسفور في النبات خلال أول أسبوعين أو ثلاثة يأتي من السماد.

هل تمتص النباتات المواد فقط عبر الجذور؟

يُهدر كثير من السماد المطبق على التربة لأنه إما يرتبط بجزيئات التربة أو يُغسل من منطقة الجذور. إذا أمكن للعناصر الكيميائية الدخول مباشرة إلى الأوراق وتجنب فقدانها في التربة، فإن ذلك يوفر كمية كبيرة من السماد.

اكتشف علماء النبات مؤخرًا أن أوراق النباتات يمكنها امتصاص بعض المواد الغذائية كما تفعل الجذور. باستخدام المتعقبات، اكتشفوا أن العديد من العناصر تُمتص بسهولة عبر الأوراق، بما في ذلك لحاء الأشجار الساكنة، حتى في درجات حرارة منخفضة تحت الصفر. وكشفت المتعقبات الإشعاعية أن عناصر مثل الفسفور والنيتروجين والبوتاسيوم تتحرك صعودًا وهبوطًا من نقطة التطبيق بمعدلات مشابهة لما يحدث عند الامتصاص بالجذور. ويُستخدم اليوريا (مركب نيتروجيني) الآن كرذاذ غذائي للأوراق في العديد من محاصيل الفاكهة والخضروات في الولايات المتحدة.

أين يجب وضع السماد؟

حتى قبل استخدام المتعقبات، أدرك علماء الزراعة عدم كفاءة نشر السماد بشكل متساوٍ على سرير البذور. فقد عرفوا أن السماد يجب وضعه بالقرب من البذور، لكن أين تحديدًا؟ أعلاه؟ أسفله؟ بجانبه؟ أسفله وبجانبه؟ على أي مسافة؟ كانت الأبحاث السابقة بطيئة وشاقة.

باستخدام المتعقبات، أكد الباحثون النتائج السابقة أن الجذور تصل خلال يومين أو ثلاثة إلى السماد الموضوع أقل من بوصتين مباشرة أسفل البذور، مع ميل الجذور للتجمع هناك. أما إذا وُضع السماد على بعد بوصتين أسفل وبوصتين إلى الجانب، تصل إليه الجذور خلال أسبوع ويتطور نظام جذري أفضل. أما إذا كان الفاصل ثلاث بوصات، فإن تعزيز البذور المطلوب يتأخر ثلاثة أو أربعة أسابيع.

هل تتحرك الأسمدة بسرعة داخل النباتات؟

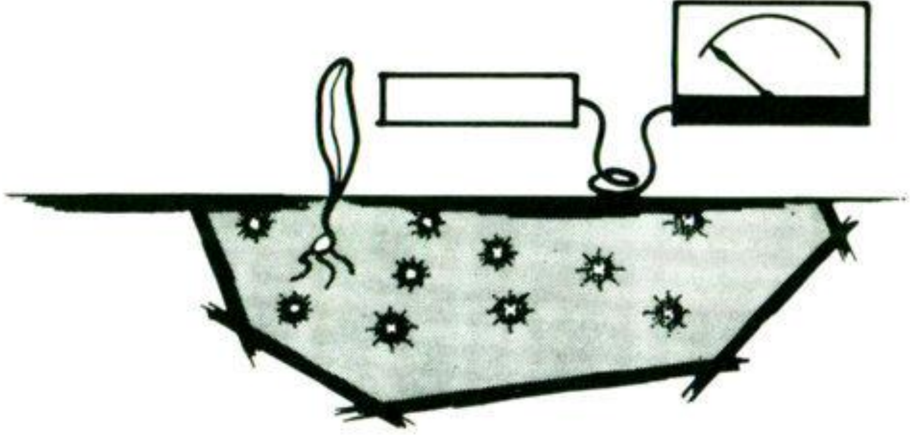
وُجد أن حركة الفسفور المشع من الجذر إلى الورقة سريعة بشكل ملحوظ، أحيانًا أقل من عشرين دقيقة.

ماذا تخبرنا النظائر المشعة أيضًا؟

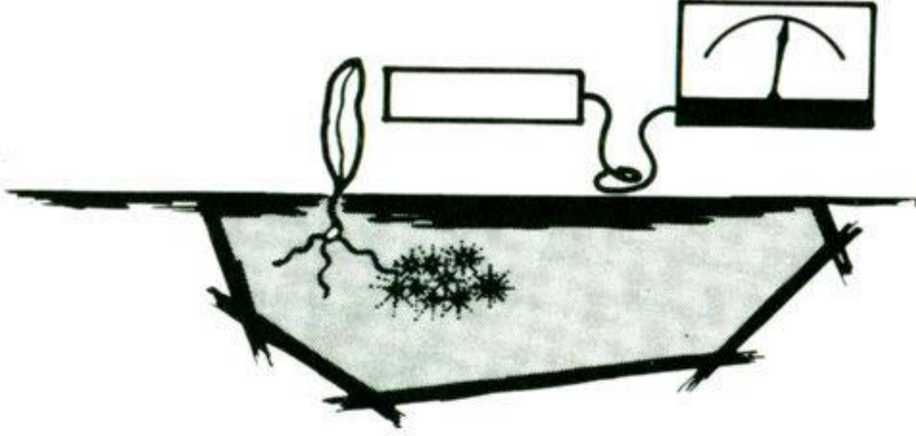
تمتص بعض النباتات مواد كيميائية ربما لا تستطيع استخدامها؛ على سبيل المثال، تتراكم نباتات الـ "locoweeds" كميات هائلة من السيلينيوم. باستخدام تقنيات المتعقبات، يمكننا ملاحظة أن عملية امتصاص الجذور لها قدرة ضعيفة على التمييز.

الشكل 1 ــــ تُظهر اختبارات التربة كمية كل عنصر من عناصر السماد المطلوبة، لكنها لا تحدد مكان وضعه لمنح

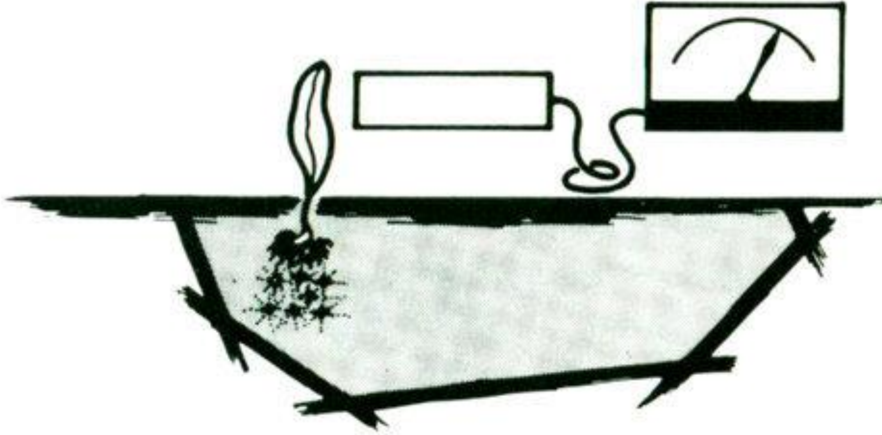
الشتلات الدفعة المطلوبة للنمو. باستخدام المتعقبات الإشعاعية، وُجد أن:



)أ (السماد المخلوط في كل التربة يعطي أقل فائدة للشتلات.

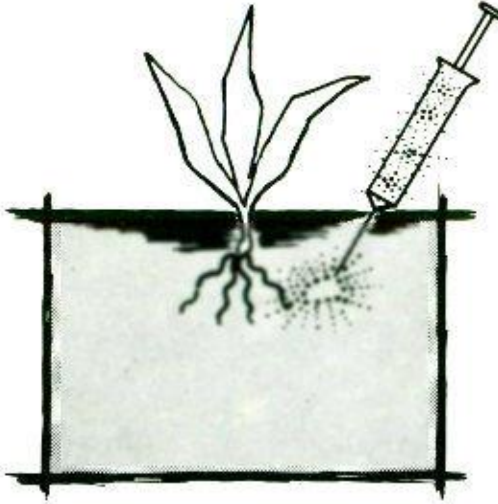


ب) (إذا وُضع في شريط أسفل وإلى جانب البذور، فإن السماد يعطي امتصاصًا عاليًا وتوزيعًا جيدًا للجذور.

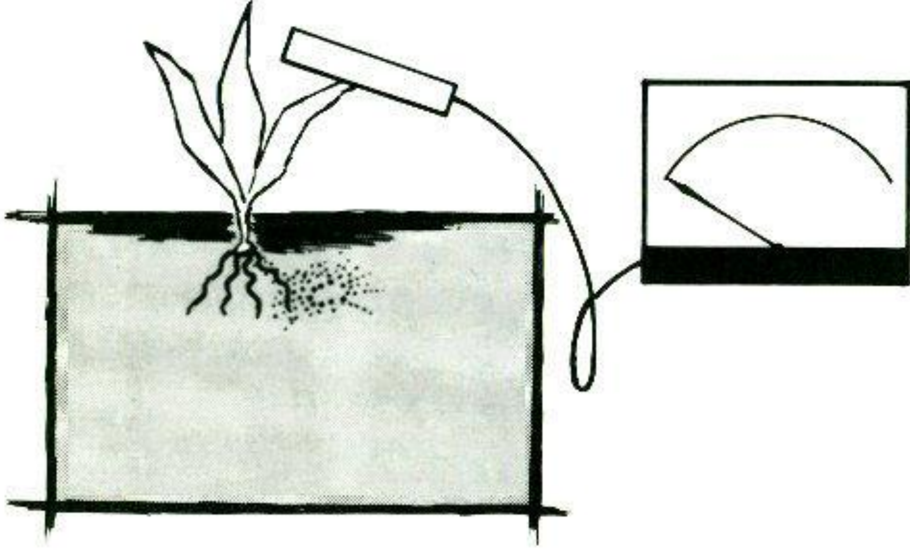


ج) (إذا وُضع السماد مباشرة تحت البذور، يحدث أعلى امتصاص، لكن تميل الجذور إلى التكتل، وهو ما يمثل عائقًا للنمو لاحقًا.

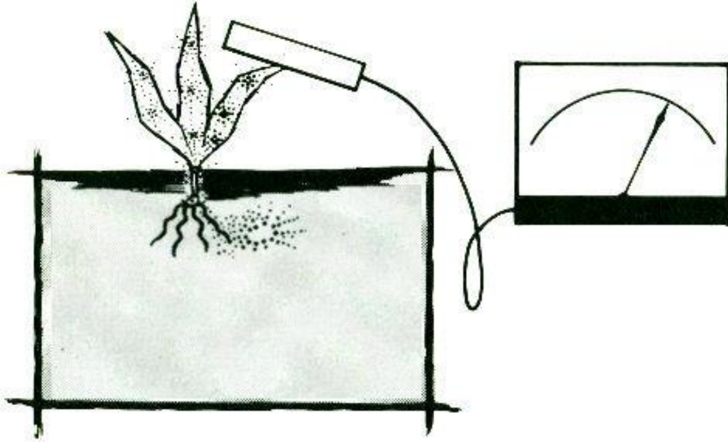
شكل 2 ــــالمغذيات النباتية المشعة المحقونة في جذور التربة.



لم تصل بعد إلى الأجزاء العلوية للنبات خلال خمس دقائق.



ولكن، كما أشارت عدادات غايغر، فقد وصلت هذه العناصر إلى الأجزاء العلوية للنبات خلال عشرين دقيقة.



تكشف التجارب باستخدام النظائر المشعة أن الجذور لا تستطيع التمييز بين البوتاسيوم (الذي يحتاجه النبات بكميات كبيرة) وعناصر أخرى متشابهة كيميائيًا ولكنها مختلفة جدًا في الحجم. وعند دخولها إلى النبات، يمكن فقط للبوتاسيوم أن يُستَخدم في عمليات التمثيل الغذائي، بينما العناصر المشابهة ولكنه أثقل (مثل الروبيديوم والسيزيوم) تكون غير مفيدة. يشبه هذا البناء المنسي الذي يشتري الطوب والحجارة والحصى عشوائيًا لبنائه ثم يكتشف أنه يمكنه استخدام جزء فقط من المواد.

تُعرف عملية التمثيل الضوئي، التي تستخدم النباتات الخضراء الطاقة الشمسية لتحويل المركبات البسيطة من الهواء والتربة إلى مواد مركبة غنية بالطاقة، بأنها أهم تفاعل كيميائي في العالم. فهي أساس كل الغذاء البشري، وما عدا الطاقة النووية، كل الوقود الهام كذلك. لقد وسعت تقنيات النظائر المشعة بشكل كبير جهود البحث في التمثيل الضوئي.

عندما كانت الاختبارات الكيميائية وحدها متاحة، كان على علماء النبات الانتظار لساعات قبل قياس المنتجات الناتجة في الأوراق الخضراء. لكن باستخدام النظائر وتقنيات أخرى حديثة، أصبح بالإمكان تضييق زمن التجربة إلى دقائق، ثم إلى

ثوانٍ فقط. اليوم يعرف العلماء أن الورقة الخضراء تستطيع تكوين سكريات أكثر تعقيدًا من الفركتوز بعد تعريضها للضوء لمدة ثانية واحدة فقط! وعند فك لغز التمثيل الضوئي المعقد، ستقدم النظائر المشعة، وخاصة الكربون-14، دلائل مهمة.

أمراض النبات والأعشاب الضارة

كيف يمكننا مكافحة أمراض النبات؟

في وقت من الأوقات، كان من شبه المستحيل وقف انتشار الأوبئة النباتية؛ فقد كان على الفلاحين ترك الحقول والمحاصيل. وقد غيّرت هذه الكوارث التي تسببها الميكروبات مجرى التاريخ. على سبيل المثال، أدت مجاعات أيرلندا في أربعينيات القرن التاسع عشر إلى انتشار مرض البطاطس بشكل واسع وهجرة جماعية من أيرلندا.

اليوم، تؤدي أمراض النبات إلى خسائر تُقدّر بحوالي 3 مليارات دولار سنويًا في الولايات المتحدة. حتى الآن، كانت الطريقة الأكثر اقتصادية لتقليل تأثير الأمراض النباتية هي إنتاج أصناف مقاومة. وعلى الرغم من أن تطوير صنف مقاوم قد يكلف حوالي 100,000 دولار، إلا أن تكلفته عادةً ما تُعوَّض خلال سنة أو سنتين.

لكن النصر يكون مؤقتًا فقط. فحتى مع تربية النباتات لمقاومة العامل الممرض الحالي، فإن الطبيعة تغير باستمرار المجتمع الميكروبي من خلال الطفرات والتهجين. خلال سنوات قليلة،

تزداد السلالات الفطرية القادرة على مهاجمة الصنف "المقاوم" إلى درجة تضطر معها إلى استبدال الصنف الجديد.

بالنسبة للمحاصيل ذات العائد العالي لكل فدان، مثل بعض الخضروات والفواكه على الأشجار والكروم، يمكن اقتصاديًا استخدام المكافحة الكيميائية للأمراض الفطرية؛ في الواقع، تصبح هذه المكافحة ضرورة حقيقية. أما بالنسبة لمعظم المحاصيل الحقلية، فإن هذا العلاج مكلف جدًا، ما لم يُستَخدم معالجة بسيطة للبذور أو إضافات للأسمدة.

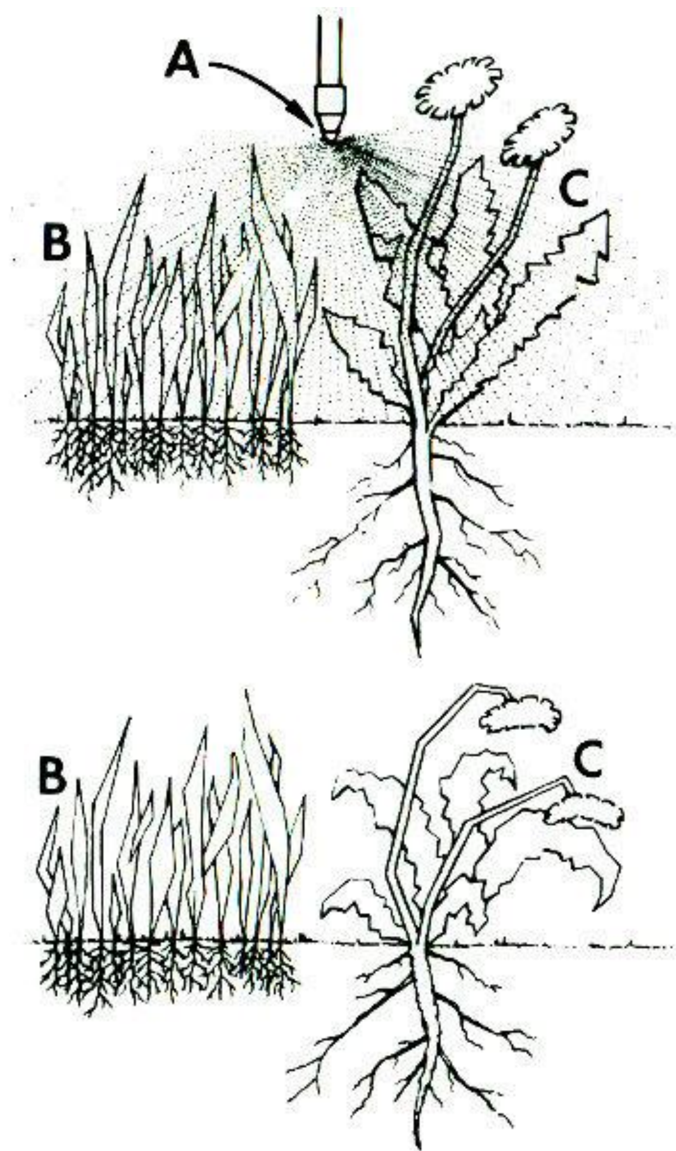
ولا يزال الاختراق العام في السيطرة على أمراض النبات غير متحقق بعد. نظرًا لوجود آلاف الأنواع الممرضة ومئات السلالات، يبدو من غير الممكن الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بكل نوع مثل: ما دورة حياة الميكروب؟ ما ظروف الحرارة والرطوبة التي تشجّع انتشاره؟ أي أنواع النباتات يهاجم؟ كيف يدخل؟ ما التغيرات الكيميائية داخل خلايا النبات التي تحدد مقاومتها أو استسلامها للمهاجم؟ إلى متى تبقى الجراثيم فعّالة؟ ما المسافة التي يمكن أن تنتقل بها بواسطة الرياح أو الماء؟ وما مزيج الأصناف المقاومة والطرق الزراعية والمعالجة الكيميائية الذي سيقضي على المرض؟

باستخدام النظائر، أصبح بالإمكان لأول مرة قياس امتصاص المواد الكيميائية في جراثيم مفردة وتتبعها خلال النبات. وربما

تكون المعلومة الأكثر أهمية من هذه الدراسات أن بعض المبيدات الفطرية أقل فعالية بمقدار 10,000 مرة لكل وحدة "وزن الجسم" مقارنة بالمواد الكيميائية الأخرى المستخدمة في مكافحة الأعشاب والحشرات. ومن الواضح أن الاختراق الحقيقي في السيطرة الكيميائية على أمراض النبات لم يتحقق بعد.

لماذا تدمر بعض المواد الكيميائية النباتات؟

تكلّف الأعشاب الضارة هذا البلد ما يُقدّر بخمسة مليارات دولار سنويًا، وهو أكثر من الخسائر الناتجة عن أمراض النبات أو الحشرات. وقد أصبحت مبيدات الأعشاب الانتقائية، مثل "2,4"D-، مستخدمة على نطاق واسع بحيث بيع منها أكثر من 135 مليون دولار في الولايات المتحدة عام 1959. عند استخدامها بالتركيز المناسب، تدمر هذه المركبات العديد من النباتات غير المرغوبة دون أن تضر بالعشب أو المحاصيل.


A
B
C
B
C

الشكل 3ـــتمتص النباتات الكيميائيات المخصصة لقتل الأعشاب الضارة (A) وتنقلها بنفس الطريقة في النباتات العشبية (B) والنباتات ذات الأوراق العريضة(C) ، ولكنها تقتل فقط الأخيرة.

كما هو الحال في العديد من الحالات الأخرى، فإن الاستخدام المفيد للمواد الكيميائية قد تجاوز كثيرًا فهم طريقة عملها. والمعرفة القليلة المتوفرة عن العملية جاءت تقريبًا بالكامل من دراسات النظائر المشعة.

تمتص جميع النباتات بسهولة مبيدات الأعشاب الانتقائية ("herbicides")، والتي لا تتحلل داخل النباتات. النباتات المقاومة لا تظهر عليها أي تأثير من هذه المواد، بينما النباتات الحساسة تتعرض للضرر في الجذور والسيقان النامية بنشاط. تتعطل عملية تكوين السكر أثناء التمثيل الضوئي في هذه النباتات، ويتباطأ انتقال الفسفور. وللتنبؤ بما قد تكون عليه الفئات الجديدة من المواد الكيميائية المفيدة كمبيدات أعشاب، يجب انتظار نتائج الأبحاث باستخدام النظائر المشعة.

تغذية الحيوان وعمليات الأيض

مدى قيمة المواد الغذائية المختلفة

أحد الجوانب المستمرة في بحوث تغذية الحيوانات يتعلق بكفاءة الحصص الغذائية، أي كمية الوزن التي يكتسبها الحيوان لكل رطل من العلف المستهلك. النموذج القياسي لهذه البحوث هو إطعام مجموعات من الحيوانات بحصص غذائية مختلفة لأسابيع أو أشهر، وتحديد متوسط التغير في الوزن لكل رطل من العلف المستخدم.

في السنوات الأخيرة، استخدم العلماء الاختبارات الكيميائية لمقارنة كمية الكالسيوم في الحمية مع كمية ما يُفرَغ منها. وبهذا تم احتساب الهضم الظاهري للمعادن المختلفة في الحصص الغذائية. ومع ذلك، كان هناك مصدر مهم للخطأ في هذه الاختبارات الكيميائية.

يوجد "تبادل" في العناصر الغذائية التي تُغذى للحيوانات؛ حيث يتم امتصاص العناصر في الجسم، وتُحتفظ بها لفترة، ثم تُفرَغ لاحقًا. على سبيل المثال، تفقد البقرة فعليًا كمية أكبر من الكالسيوم (عبر الحليب والبراز) خلال أول ستة أشهر من إنتاج الحليب مما تحتويه حصتها الغذائية العادية. ما دام مقدار

إعادة التدوير غير معروف، لم يستطع العلماء تحديد مقدار الكالسيوم الذي يمكن هضمه من البرسيم بواسطة قياس الكالسيوم الداخل والخارج فقط.

في الماضي، كان العلماء يستطيعون دراسة هذه المشكلة فقط عن طريق حجب كل الكالسيوم عن الحمية، وفي هذه الحالة غير الطبيعية، يأتي كل الكالسيوم الخارج من جسم الحيوان نفسه.

باستخدام الكالسيوم المشع في حمية الثور (أو حقنه في الدم)، يمكن للعلماء معرفة سريعًا مقدار الكالسيوم المفرغ القادم من دم الحيوان وأعضائه تحت الظروف الطبيعية. على سبيل المثال، حصص غذائية يُعتقد أن بها 24٪ من الكالسيوم قابل للهضم وفقًا للتحليل الكيميائي، وُجد أنها تحتوي على 38٪ باستخدام تقنية النظائر المشعة.

تُظهر طريقة النظائر المشعة أن الحليب يحتوي على الفسفور، 20٪ منه فقط قد يأتي من الغذاء و80٪ من عظام البقرة. أما بالنسبة للبيض، فحوالي 65٪ من الفسفور يأتي من الغذاء و35٪ من الدجاجة نفسها. تسمح النظائر المشعة بقياس مثل هذه "المسارات البيولوجية" كما يسميها الكيميائي الحيوي.

هل يمكن تقدير اللحوم الخالية من الدهون "وهي حية"؟

يمكن القول إن اختبار الحصص الغذائية يتم عبر الذبح والقياس، أي أن قيمة العلف كانت غير معروفة سابقًا حتى يتم ذبح الحيوان ووزنه وتقدير لحمه.

نظرًا للوقت والتكلفة، كان الباحثون في الماضي يختبرون مجموعات من الحيوانات على الحصص الغذائية لبضعة أسابيع ثم يقدّرون إجمالي النمو عن طريق الوزن والقياس. العيب الرئيسي لهذه الطريقة هو أنها تقيس النمو الكلي فقط. في حيوانات اللحوم، معرفة النمو الكلي أقل أهمية من معرفة مقدار النمو في اللحوم الخالية من الدهون الأكثر قيمة، وكم في الدهون، وكم مجرد ماء.

لقد قدمت التقنيات المستندة إلى الطاقة الذرية طريقة جديدة بدون إضافة تلوث إشعاعي للحيوان.

من "الإشعاع الخلفي" الموجود منذ تكوين الأرض، جزء منه يأتي من الأشعة الكونية (من الفضاء الخارجي) وجزء من المواد المشعة في الأرض نفسها. أحد هذه النظائر الطبيعية المشعة هو البوتاسيوم المشع، الموجود بنسبة صغيرة ولكن مهمة في الغذاء، في أجسام الإنسان، وفي مواد البناء.

بينما تدخل بعض العناصر الكيميائية مثل الكربون والهيدروجين والأكسجين في معظم المواد الحية، يلعب

البوتاسيوم دورًا خاصًا في الحيوانات: فهو يتركز تقريبًا حصريًا في اللحوم الخالية من الدهون، وليس في العظام أو الدهون أو الماء.

يقوم الباحثون البيولوجيون والطبيون الآن ببناء "عدادات إشعاع للجسم الكامل". يُحاط الإنسان أو الحيوان بهذه الأجهزة الضخمة، بعضها حساس جدًا لدرجة أنه يقيس تقريبًا كل شعاع يخرج من الجسم. ستساعد هذه العدادات في الإجابة عن العديد من الأسئلة، ولكن هنا يتم شرح استخدامها فقط لقياس البوتاسيوم المشع في حيوانات اللحوم.

يُطعم الحيوان حصصًا غذائية اختبارية بدون أي إشعاع مضاف. على فترات أسبوعية أو أكثر، يُوزن الحيوان ويُختبر أيضًا للإشعاع الطبيعي. يعطي الوزن النمو الكلي، بينما يظهر عد البوتاسيوم المشع مقدار النمو في اللحوم الخالية من الدهون المطلوبة. هذه الطريقة بسيطة جدًا، وبما أنه لا يُضاف أي إشعاع للحمية، يمكن تسويق الحيوان بأمان.

هل الغدة الدرقية تؤثر على إنتاج الحليب والبيض؟

أدى التعرف على أهمية الغدة الدرقية في الحيوانات، وعلاقة اليود بالغدة، وتوفر نظير مشع ممتاز من اليود، إلى زيادة دراسة هذه الغدة المهمة. كانت الاختبارات الكيميائية تشير إلى

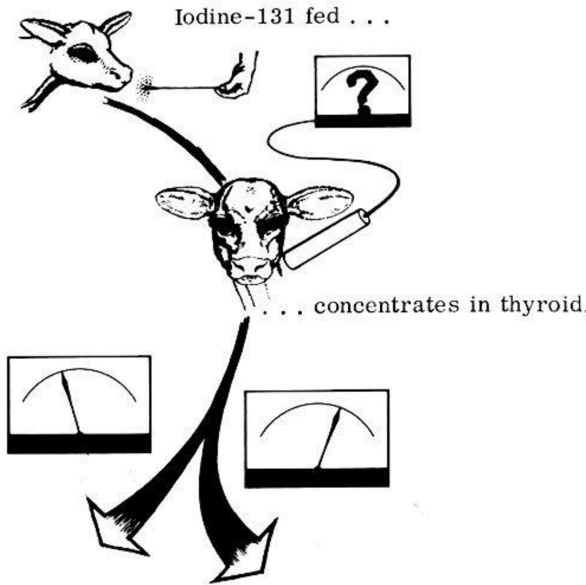
وجود صلة بين الغدة الدرقية وإنتاج الحليب والبيض. باستخدام اليود المشع، تعلم العلماء أن نشاط الغدة الدرقية يزداد مع بدء تكوين الحليب والبيض. وفي الطقس الحار، عندما يقل إنتاج الحليب والبيض، يقل نشاط الغدة الدرقية أيضًا.

قد يتمكن مربو الألبان قريبًا من اختيار العجول ذات القدرة الإنتاجية العالية للحليب بناءً على نشاط الغدة الدرقية المقاس باليود المشع. حاليًا، يجب عليهم السماح للنباتات بالنمو وإنتاج الحليب لعدة سنوات قبل اختيار الحيوانات لتحسين القطيع. (انظر الشكل 4)

المزيد من النظائر في أبحاث تغذية الحيوان

تسرع الهرمونات الأنثوية بمقادير ميكروغرامية من تسمين الأبقار والأغنام. قبل استخدام هذه الطريقة على الحيوانات المخصصة للاستهلاك البشري، يجب التأكد من عدم حدوث أي ضرر للإنسان من أي بقايا. باستخدام الاختبارات الكيميائية، كان قياس مثل هذه الكميات الضئيلة مستحيلًا. وحتى مع الكربون-14 المشع، كانت هناك حاجة لجرعات ألف مرة أكثر من الجرعة العادية قبل أن يمكن قياس الهرمونات في اللحم.

الشكل 4ـــقد يتم اختيار أبقار الألبان عالية الإنتاج في المستقبل كعجول، بسبب نشاط الغدة الدرقية المقاس. يتم إعطاء كمية صغيرة جدًا من اليود-131، وخلال دقائق يتركز في الغدة الدرقية. التركيز العالي يعني...



نشاط الغدة الدرقية العالي، الذي يعني في الحيوانات الأكبر سنًا إنتاج حليب مرتفع.

مؤخرًا تم ربط نظير من الهيدروجين) تريتيوم أو (H^3 بالهرمونات، وتم إعطاؤها بكميات طبيعية للأبقار. أظهرت الاختبارات بعد 90 يومًا أقل من جزء واحد لكل مليار في

اللحم، وهو خطوة كبيرة نحو تسمين الحيوانات لإنتاج اللحوم باستخدام الهرمونات بتكلفة أقل.

كما تم اقتراح استخدام المهدئات لتقليل فقدان الوزن المعتاد لدى الأبقار أثناء نقلها إلى السوق. هذه المواد الكيميائية، أيضًا، تُستخدم بكميات ضئيلة جدًا لدرجة أن البقايا لا يمكن كشفها إلا باستخدام النظائر المشعة. يمكن الآن استخدام التريتيوم من قبل مسؤولي الصحة لدراسة تأثير المهدئات.

الحشرات

أين وإلى أي سرعة تتحرك الحشرات؟

تم استخدام النظائر المشعة لدراسة الحشرات ودورات حياتها وانتشارها وعادات التزاوج والتغذية والآفات والمفترسات. أُجريت عدة مئات من هذه الدراسات على عشرات من أنواع الحشرات.

حتى أصغر الحشرات تصبح أسهل في التتبع باستخدام النظائر المشعة. على سبيل المثال، تم وسم حوالي نصف مليون يرقات بعوض بالفوسفور المشع في كندا. بعض البالغين من هذه اليرقات وُجدوا لاحقًا على بعد سبعة أميال، لكن معظمهم تم جمعهم ضمن ثمن الميل فقط.

في دراسة مرافقة، وُسمت الجراد بنفس النظير. كانت متوسط سرعة حركتهم 21 قدمًا في الساعة فقط، وبعد سبعة أيام كان موقعهم يعتمد بالكامل على الحركات العشوائية إضافة إلى الرياح السائدة. يبدو أن الجراد لا يمتلك القدرة على التحرك نحو الغذاء.

إلى أي مسافة تنقل الحشرات حبوب اللقاح؟

تعد هذه المسألة مهمة عمليًا لمعرفة المسافة المناسبة بين حقول البذور للحفاظ على نقاء أصناف النباتات. سابقًا كانت تدرس

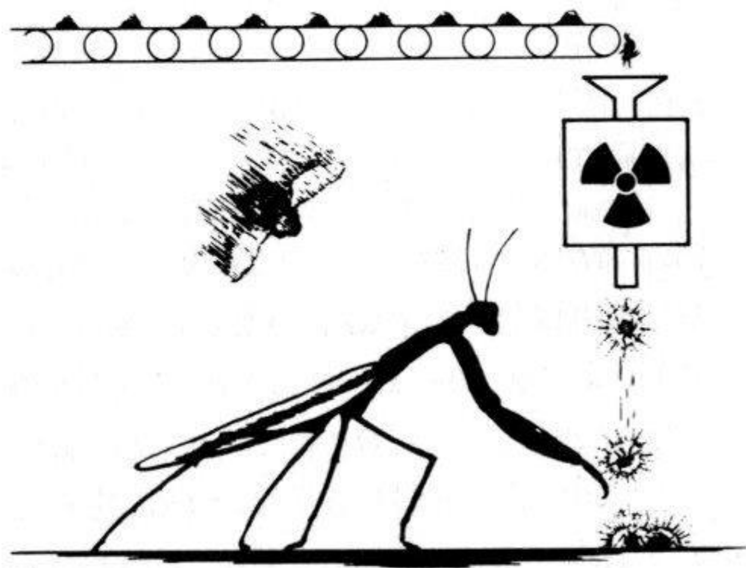
بطريقة شاقة عن طريق زراعة نبات يحمل جينًا "مميزًا" ظاهرًا محاطًا بنباتات بدون الجين. تُزرع البذور في السنة التالية لمعرفة مدى نقل حبوب اللقاح المميزة وراثيًا. بما أن النباتات عادة ما تُلقح تبادليًا، كان من الصعب الحصول على سلالات نقية وراثيًا من وجود أو عدم وجود الجين المميز، وكان ذلك يتطلب اختبارات وحسابات كثيرة.

باستخدام النظائر المشعة، يمكن الحصول على الإجابة خلال أيام قليلة. يُحقن نبات بالفوسفور المشع؛ بعد بضعة أيام تصبح حبوب لقاحه مشعة جدًا. يمكن فحص الأزهار على مسافات مختلفة من النبات الموسوم يوميًا لمعرفة مستوى الإشعاع. في إحدى الدراسات على البرسيم، تم نقل حبوب اللقاح المشعة لمسافة تصل إلى ثلاثين قدمًا بواسطة النحل، لكن أكثر من ثلثها وُضع على النباتات المجاورة للنبات الموسوم.

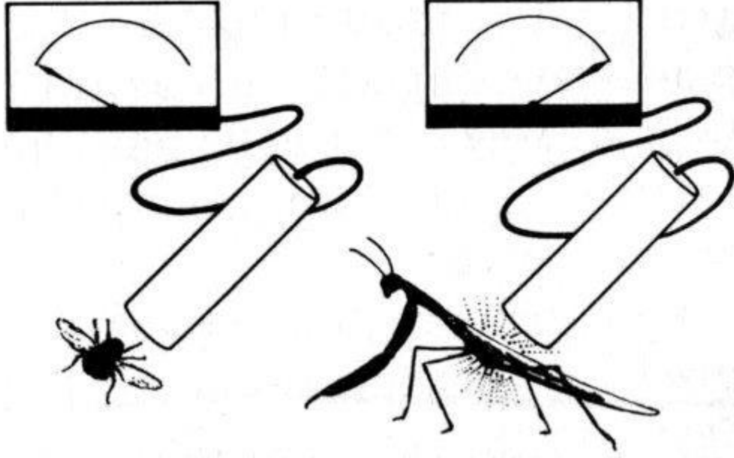
هل تُستخدم المفترسات للقضاء على الحشرات؟ بالنسبة للآفات الحشرية، كما هو الحال مع أمراض النباتات، يكون التحكم البيولوجي أكثر اقتصادًا من التحكم الصناعي. غالبًا ما يؤدي استخدام المبيدات الحشرية إلى القضاء على الحشرات المفيدة جنبًا إلى جنب مع الآفات. وقد تم تحقيق نجاح محدود في تربية بعض النباتات لمقاومة الحشرات.

تم استخدام نوعين مهمين من السيطرة البيولوجية في الزراعة خلال السنوات الأخيرة: استيراد حشرة من أستراليا للقضاء على عشبة ضارة في كاليفورنيا، ونشر الدعسوقة للتحكم في بعض الحشرات القشرية.

الشكل 5 — تحديد المفترسات التي تدمر الحشرات غير المرغوب فيها.



تم وسم المنّ (الأفيدات) بالإشعاع.



يتم فحص الحشرات الأكبر الموجودة بالقرب من مصدر المنّ الإشعاعي لمعرفة نشاطها الإشعاعي. لم تتناول نحلة الطنان المنّ المشع، بينما تناولت المخلّبة المنّ المشع. يجب أولًا تحديد الطفيليات والمفترسات المفيدة قبل استخدامها. وفي حالة الحشرات الصغيرة أو النشطة ليلاً، قد يكون ذلك مرهقًا جدًا. وسم الآفات بالإشعاع لتحديد المفترسات التي تستهلكها أسهل بكثير، إذ تحتوي المفترسات الأكثر فعالية على أعلى مستوى من النشاط الإشعاعي.

باستخدام هذه التقنيات، درس علماء الحشرات الحشرات والحيوانات التي تفترس المنّ، البعوض، الذباب الأسود، والصراصير الضارة. وقد تؤدي مثل هذه التجارب إلى زيادة متعمدة لبعض المفترسات للسيطرة على الحشرات الضارة.

كما أن الوسم الإشعاعي مفيد أيضًا في دراسة الحشرات المفيدة. ففي حالة واحدة، أظهر الوسم خمول ذكور النحل (الطائرات)، حيث تبين أنهم حتى مع توفر الشراب الكافي في قفصهم، ما زالوا يحصلون على نفس الشراب من النحل العامل في قفص مجاور.

هل يمكن للمتتبعات قياس بقايا الرش؟

أي مادة تستخدم على النباتات أو الحيوانات لقتل الحشرات أو الكائنات الممرضة يجب أن تخضع لفحص صارم للتأكد من أنها لا تتراكم في المواد الغذائية. وينطبق ذلك بشكل خاص على السموم "الجهازية"، التي تُغذّى للنباتات عبر الأوراق أو الجذور وتنتقل داخليًا إلى جميع أجزاء النبات. وقد سمح الجمع بين الوسم الإشعاعي وتقنيات أخرى للباحثين بإظهار أن بعض المركبات تتحلل سريعًا إلى مواد كيميائية غير ضارة، وهو تقدم كبير نحو قبول استخدامها على النباتات الغذائية.

النظائر المشعة كمصادر إشعاعية

في وقت سابق من هذا الكتيب قورنت النظائر المشعة باليراعات لأنها تصدر ومضات من "الضوء". لكن للنظائر وظيفة أخرى مهمة في البحث، بخلاف كونها متتبعات.

تخيل أنك جمعت كل اليراعات في دائرة نصف قطرها 100 ميل ووضعْتها في جرة زجاجية. بدلًا من وميض متقطع، ستحصل على توهج ثابت من الضوء. بالمثل، يمكن ضغط أعداد هائلة من الذرات المشعة في حجم صغير لإنتاج مصادر إشعاعية ثابتة وشديدة الكثافة. وقد أجابت أبحاث الزراعة على العديد من الأسئلة باستخدام مثل هذه المصادر الإشعاعية.

هل يمكن للإشعاع إنتاج نباتات جديدة؟

ربما لم يثير أي جانب بيولوجي للطاقة الذرية اهتمام الجمهور كما فعل احتمال خلق أصناف نباتية جديدة. هناك غموض حول إدخال طاقة غير مرئية في البذور أو البراعم ومراقبة التغيرات في الأوراق والزهور الناتجة، كما أن الأمر يشبه اليانصيب، إذ لا يمكن التنبؤ بمكان، أو وقت، أو شكل التغييرات.

على الرغم من الشكوك حول ادعاءات بعض البستانيين أو بائعي البذور بخلق نباتات مذهلة بالإشعاع، هناك دليل واضح في المجلات العلمية على حدوث تغييرات وراثية بسبب الإشعاع.

من أكثر من 30 سنة من الدراسات العلمية، استنتج الباحثون أن الإشعاعات عالية الطاقة يمكن أن تسبب تغييرات وراثية

مفاجئة (طفرات) في أي كائن حي: إنسان، حيوان، ميكروب، أو نبات. يمكن أن يتغير أي جزء من النبات تخضع صفاته للوراثة ـــجذر، ساق، ورقة، زهرة، أو ثمرة. معظم هذه التغيرات غير مرغوبة وتتداخل مع الحالة البيولوجية الطبيعية، بينما نسبة صغيرة جدًا من الطفرات مفيدة. وحتى الآن، لا يمكن التحكم بالتغيرات أو التنبؤ بها.

حتى الآن، تم إنتاج 14 سلالة جديدة من النباتات المحسنة بالإشعاع في مناطق مختلفة حول العالم، مع تواريخ وأماكن إطلاقها:

1. الخردل الأبيض"Primex" ، السويد، 1950
2. التبغ"Chlorina Mutant" ، إندونيسيا، حوالي 1950
3. الفاصوليا"Shafer's Universal" ، ألمانيا، حوالي 1950
4. اللفت الصيفي"Regina II" ، السويد، 1953
5. البازلاء العلفية"Weibull Stralart" ، السويد، 1957
6. الفاصوليا البحرية"Sanilac" ، ميشيغان، 1957

7. الشعير"Pallas" ، السويد، 1958

8. الفول السوداني"N. C. 4X" ، نورث كارولاينا، 1959

9. الشوفان"Florad" ، فلوريدا، 1960

10. الفاصوليا"Seaway" ، ميشيغان، 1960

11. الشوفان"Alamo-X" ، تكساس، 1961

12. الفاصوليا"Gratiot" ، ميشيغان، 1963

13. الشعير"Pennrad" ، بنسلفانيا، 1963

14. القرنفل"Yukon-1" ، كونيتيكت، 1963

في معظم هذه الحالات، لم تظهر التغيرات المرغوبة في النبات الناتج مباشرة من البذور المعالجة، بل ظهرت بعد عدة أجيال. وعادةً كان يتعين فحص مئات الآلاف من النباتات لاختيار المرغوبة، وغالبًا ما كانت مصاحبة لتغيرات غير مرغوبة، ما استدعى سنوات من التهجين والتنقية للحصول على أصناف قابلة للاستخدام.

يمكن استخدام تقنية التربية بالإشعاع على أي كائن حي يمكن إنتاجه بأعداد كبيرة والتخلص من الزائد منه بتكلفة منخفضة.

وقد زادت إنتاجية البنسلين ألف مرة عن طريق الطفرات المتكررة في الميكروب المنتج للمضاد الحيوي. كما بدأت عدة دراسات على التربية بالإشعاع في الدواجن.

ابتكار آخر للطفرات المستحثة يُستخدم في مكافحة الأمراض النباتية، حيث يقوم بعض العلماء بتعريض البذور والنباتات للإشعاع للحصول على طفرات مقاومة للأمراض، بينما يُشعّع آخرون الفطريات المسببة للأمراض لتوقع الطفرات الجديدة للميكروبات الممرضة وتهيئة النباتات المقاومة قبل ظهور الأمراض.

هناك ادعاءات بأن الإشعاع قد يحفز نمو النبات أو إنباته أو نضجه المبكر، كما يُزعم بعض الفوائد للبشر، لكن هذه الادعاءات نادرًا ما تُثبت في المختبرات المرموقة. يبدو أن الإشعاع ‘‘محفز فقط بمعنى مقص التشذيب’’، كما يقول أحد الخبراء.

هل يمكن للإشعاع القضاء على الجراثيم والحشرات؟ درس علماء التكنولوجيا الغذائية طرق حفظ الطعام بالإشعاع لأكثر من عشر سنوات. تبين أن التعقيم الكامل للطعام بالإشعاع يحتاج جرعات عالية جدًا (2 إلى 6 ملايين رونتجن)، ما يجعل التكلفة مرتفعة ويجعل الطعام غالبًا غير

مقبول الطعم. هذه الطاقة تدمر تمامًا الميكروبات والإنزيمات المسببة للتعفن.

إذا استُخدم الإشعاع في حفظ الطعام، فسيكون غالبًا مكملًا للطرق التقليدية كالحرارة والتجميد. ويمكن "تعقيم" الطعام بالإشعاع بجرعات منخفضة لتدمير معظم الجراثيم دون تغيير الطعم أو القوام بشكل ملحوظ، ما يطيل عمر الأطعمة الطازجة المبردة. ويتحمل مسؤولية الموافقة على هذه التطبيقات إدارة الغذاء والدواء الفيدرالية للتأكد من عدم وجود خطر على صحة الإنسان.

بالنسبة للمنتجات الزراعية المخزنة جافة مثل الحبوب والتبغ والصوف، فإن الضرر الرئيسي لا يأتي من الميكروبات بل من الحشرات، حيث يُقدر خسارة المحاصيل المخزنة بسبب الحشرات بـ200 مليون دولار سنويًا في الولايات المتحدة. ومن المتوقع أن يؤدي استخدام الإشعاع في نطاق "التعقيم الجزئي" إلى حل عملي دون تغييرات واضحة في المنتج.

مثال آخر هو البطاطس المخزنة عدة أشهر بعد الحصاد. يجب منع تلفها من التحلل أو الإنبات. التبريد يبطئ الإنبات لكنه مكلف وقد يؤدي إلى زيادة السكر في البطاطس لإنتاج رقائق داكنة. الإشعاع الذري يعد بحل هذا الإشكال، إذ يمكن بجرعات منخفضة من أشعة غاما (5000 إلى 10,000

رونتجن) الاحتفاظ بالبطاطس عند درجة حرارة الغرفة لمدة عام أو أكثر دون إنبات، كما يثبط إنبات البصل. وتُقدر تكلفة الإشعاع لهذه الجرعات بـ14 سنتًا للطن الواحد تقريبًا. لم تُلاحظ تغييرات كيميائية تجعل البطاطس المعالجة غير صالحة للأكل، وقد وافقت السلطات الصحية في كندا والولايات المتحدة على استخدام هذه الطريقة للبطاطس والمنتجات الأخرى.

تطبيق آخر ذكي للطاقة الذرية في الزراعة يتعلق بذبابة "سكرورم" التي تعيش في جنوب الولايات المتحدة والمكسيك ومنطقة الكاريبي. تضع الذبابة بيضها في جروح الحيوانات، ما يؤدي لموتها. في 1958 و1959، تم إطلاق أكثر من ملياري ذبابة معقمة من الطائرات في فلوريدا وجورجيا وألاباما، ما أدى إلى القضاء على هذه الحشرة خلال 18 شهرًا.

يتم أيضًا دراسة استخدام هذه الطريقة على حشرات أخرى مثل دودة القطن، حفار الذرة الأوروبي، البعوض، والذبابة التسي تسي. كما يستخدم العلماء في الشرق الأدنى أشعة غاما بدلاً من الحرارة التقليدية لقتل دود الحرير داخل الشرانق.

كيف يؤثر الإشعاع على الحيوانات الزراعية؟ تُجرى دراسات على تأثير الإشعاع على الحيوانات الزراعية

في بعض كليات الزراعة، باستخدام خنازير وبغال نظرًا لتشابهها الفسيولوجي مع البشر من حيث حجم وشكل ووضعية الأعضاء.

ما الذي يمكن أن يكشفه الإشعاع أيضًا؟
اثنان من خصائص التربة المهمة والصعبة القياس هما الرطوبة والكثافة. تُحدد الرطوبة بكثرة لضمان ري فعال، والكثافة تتحكم في المساحات المتاحة للماء والأكسجين. يمكن اليوم استخدام طريقة مزدوجة بالإشعاع لقياس هاتين الخاصيتين، حيث يتم حفر ثقبين ووضع مصدر أشعة غاما في أحدهما وكاشف الإشعاع في الآخر لقياس امتصاص الأشعة من التربة والماء، ثم استبدال المصدر بأشعة نيوترونات لقياس امتصاص الماء فقط، ويُحسب الفرق لتحديد كثافة التربة أو درجة تماسكها.

الخاتمة

أصبحت المتتبعات المشعة ومصادر الإشعاع أدوات لا غنى عنها في جميع مجالات البحث الزراعي. لقد ساعدت هذه التقنيات في الإجابة عن أسئلة كانت تبدو غير قابلة للحل. ومع ذلك، ستظل هناك دائمًا المزيد من الأسئلة التي يجب طرحها على الطبيعة. كان الفيزيائيون والفلاسفة في عام 1890 واثقين من أنهم حصلوا على كل المعرفة المهمة عن الكون المادي، لكن الاكتشافات خلال العشرين سنة التالية أظهرت عدم نضج هذا الاعتقاد.

لقد صوّر الشاعر الحديث أرتشيبالد ماكليش مدى ضآلة معرفتنا قائلاً:

سأخبركم بكل ما تعلمناه...
الأضواء في السماء هي نجوم
نعتقد أنها لا ترى
ونعتقد أيضًا
أن الأشجار لا تعرف، ولا أوراق الأعشاب تسمعنا...

ربما يكون الإدراك الأكثر تميّزًا لدى العلماء اليوم هو أن الكون معقد جدًا بحيث لا يمكن وصفه بالكامل، وأن المفاهيم

يجب أن تتغير مرارًا لاستيعاب الاكتشافات الجديدة، وأن معجزة الحياة المتكررة أسمى من أي صيغة رياضية، أو أي حاسوب، أو أي صاروخ يمكن لعقل الإنسان اختراعه.

المراجع المستخدمة

1. Osborne, T. S. (2015). Atoms in Agriculture: Applications of Nuclear Science to Agriculture. Springer.
2. International Atomic Energy Agency (IAEA). (1970s–present). Nuclear Methods in Soil-Plant Aspects of Sustainable Agriculture. Vienna: IAEA Technical Reports Series.
3. International Atomic Energy Agency (IAEA). (1992). Nuclear Geophysics and Its Applications (Technical Reports Series No. 393). Vienna: IAEA.
4. International Atomic Energy Agency (IAEA). (1983). Applications of Isotopes and Radiation in Agriculture. IAEA Bulletin, 25(2), Vienna.
5. Food and Agriculture Organization & International Atomic Energy Agency (FAO/IAEA). (2013). Nuclear Techniques in Agriculture. Vienna: Joint FAO/IAEA Programme.
6. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2018). Improving Farming with Nuclear Techniques. IAEA Bulletin, 59(1), Vienna.

7. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2005). Strategies and Practices in the Remediation of Radioactive Contamination in Agriculture. Vienna: IAEA Proceedings Series.
8. FAO/IAEA. (2010). Nuclear Applications in Food and Agriculture. Vienna: FAO/IAEA Joint Publications.
9. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2012). Nuclear Techniques and Sustainable Agriculture Development. Vienna: Technical Cooperation Document.
10. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2019). Plant Breeding and Genetics Section Annual Report. Vienna: IAEA.
11. Food and Agriculture Organization (FAO). (1999). Mutation Breeding in Agriculture. FAO Agricultural Bulletin No. 65.
12. Ahloowalia, M. S., Maluszynski, M., & Nichterlein, K. (2004). Global impact of mutation-derived varieties. Euphytica, 135, 187–204.
13. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2018). Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Vienna: FAO/IAEA.

14. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2006). Use of Isotopes in Soil Fertility and Fertilizer Studies. Vienna: IAEA Technical Report.
15. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2011). Soil Moisture and Irrigation Monitoring Using Nuclear Techniques. Vienna: IAEA Bulletin.
16. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2017). Sterile Insect Technique for Pest Control. Vienna: FAO/IAEA Manual.
17. Dyck, V. A., Hendrichs, J., & Robinson, A. S. (2005). Sterile Insect Technique: Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management. Springer.
18. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2003). Food Irradiation: Principles and Applications. Vienna: Technical Document.
19. Diehl, J. F. (1995). Safety of Irradiated Foods. New York: Marcel Dekker.
20. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2020). Nuclear Techniques for Climate-Smart Agriculture. Vienna: Technical Report Series.

نبذة عن المؤلف

أ.م.د يحيى حمدي محمد إبراهيم البشار

- أستاذ مساعد دكتور في علوم المواد (فيزياء)
- دكتوراة الفلسفة في العلوم (تخصص فيزياء) – كلية العلوم- جامعة الأزهر بالقاهرة - مصر
- ماجيستير هندسة الجوامد و التصنيع- كلية الهندسة - جامعة انها – كوريا الجنوبية
- دبلوم تربوي – تعليم الكتروني- كلية الدراسات التربوية – الجامعة المصرية الأهلية للتعليم الالكتروني - مصر
- دبلوم تربوي- تربوي عام- كلية الدراسات التربوية – الجامعة المصرية الأهلية للتعليم الالكتروني - مصر
- دبلوم فيزياء إشعاعية- كلية العلوم – جامعة عين شمس - مصر

- دبلوم تفاعل الليزر مع المادة – معهد الليزر – جامعة القاهرة - مصر
- بكالوريوس فيزياء- كلية العلوم – جامعة الأزهر بالقاهرة- مصر

مناصب علمية:

- عضو اللجنة الوطنية للفيزياء بأكاديمية البحث العلمي بجمهورية مصر العربية
- خبير و تكنولوجيا الليزر من نقابة المهن العلمية بالقاهرة بجمهورية مصر العربية
- استشاري الليزر و التكنولوجيا النووية من نقابة المهن العلمية بالقاهرة بجمهورية مصر العربية
- عضوسابق بمجلس شعبة الطبيعة والفلك لمجلس نقابة المهن العلمية بالقاهرة بجمهورية مصر العربية

إصدارات للمؤلف:

له العديد من الأوراق البحثية العلمية والمدرجة في الموقعين الآتيين:

https://scholar.google.com/citations?user=ygx78e8AAAAJ&hl=en

https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56177724400

1- "مقدمة في كيفية كتابة ورقة بحثية", prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع,10552/2025 ,ISBN: 978-977-95-2754-3 **[Arabic language]**
2- "أكتب سيرتك الذاتية بطريقة مبسطة وعملية", prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع,

2026/7972 , ISBN: 978-977-95-6456-2, **[Arabic language]**

3- “مبادئ الفيزياء الاجتماعية”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2024/13156, ISBN: 978-977-94-9583-5 **[Arabic language]**

4- “فيزياء و كيمياء ريادة الأعمال”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2025/16784 , ISBN: 978-977-95-3378-0, **[Arabic language]**

5- “ لون مع طفلك كتاب تلوين الأشكال الهندسية طرق تعليم الأطفال بالألوان”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2026/7970 , ISBN: 978-977-95-6454-8, **[Arabic language]**

6- “ لون مع طفلك كتاب تلوين الارقام باللغة العربية طرق تعليم الأطفال بالألوان”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع دار

الربيع للنشر والتوزيع, 2026/7971 , ISBN: 978-977-95-6455-5, **[Arabic language]**

7- “ مدخل لمبادئ وطرق التدريس الجامعي طرق تدريس العلوم عامة والفيزياء خاصة طريقة فاينمان وتقنية الطماطم”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 10553/2025,ISBN: 978-977-95-2755-0 **[Arabic language]**

8- “التعليم البنكي و التعليم الحواري”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2024/13155, ISBN: 978-977-94-9582-8 **[Arabic language]**

9- “مدخل لإدارة المعرفة”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع,16783/2025 ,ISBN: 978-977-95-3377-3 **[Arabic language]**

10- “ استقلالية المتعلم من منظور البيداجوجي و الأندراجوجي و الهيوتاجوجي”, prepared by Omnia Mohamed , Fatma Elbashar, Mohamed Abdelwahab, ***Yahia Elbashar,***

والتوزيع دار الربيع للنشر,16782/2025 ,ISBN: 978-977-95-3376-6 **[Arabic language]**

11- “ عالم السيارات للأطفال ، شعارات و سيارات من جميع أنحاء العالم”, prepared by Omnia Mohamed , ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/26753, ISBN: 978-977-7782-4 **[Arabic language]**

12- “أعلام و عملات الدول العربية للأطفال”, prepared by Omnia Mohamed , ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/26752, ISBN: 978-977-7781-7 **[Arabic language]**

13- “وظائف الفيزيائيين في مصر و العالم”, الطبعة الثانية, prepared by ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع دار الربيع للنشر والتوزيع, 2026/7969 , ISBN: 978-977-95-6453-1, **[Arabic language]**

14- “Undergraduate First Year Physics Laboratory Manual”, Deiaa Moubarak and ***Yahia Elbashar***, **,** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/19466, ISBN: 978-977-94-7123-5 **[English language]**

15- “ مبادئ ومعايير ضمان الجودة والاعتماد لمؤسسات التعليم العالي في جمهورية مصر العربية”,

prepared by Omnia Mohamed , Mohamed Abdelwahab, and ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/13175, ISBN: 978-977-94-6252-3 **[Arabic language]**

16- “A tutorial Guide for operating Hydroponic system using Solar Energy”, prepared by Mohamed Mostafa Bisheer and ***Yahia Elbashar***, دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/7775, ISBN: 978-977-94-5201-2,**[English language]**

17- “ A Guide to Construct a Solar cell system for Hydroponic application”, prepared by Ahmed Gomaa and ***Yahia Elbashar***, دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/7774, ISBN: 978-977-94-5200-5, **[English language]**

18- “ العقرب بين حضارتي العراق القديم ومصر القديمة” ، ”, prepared by Omnia Mohamed and ***Yahia Elbashar,*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2023/7772, ISBN: 978-977-94- 5198-5, **[Arabic language]**

19- "وظائف الفيزيائيين في مصر و العالم" , دار الربيع للنشر والتوزيع, prepared by ***Yahia Hamdy*** ، دارالربيع للنشر والتوزيع ,

2023/3443 , ISBN: 978-977-94-4679-0 **[Arabic language]**

20- المصنوعات الزجاجية في مصر القديمة حتى " نهاية العصر اليوناني الروماني", prepared by Omnia Mohamed and ***<u>Yahia Elbashar,</u>*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2022/23393, ISBN:978/977-94-3934-1 ,**[Arabic language]**

21- الزجاج ودوره الحضاري عبر العصور " المصرية القديمة", prepared by Omnia Mohamed and ***<u>Yahia Elbashar,</u>*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2022/23392, ISBN:978/977-94-3933-4 ,**[Arabic language]**

22- Lecture Notes in Peening Techniques and its Applications, prepared by ***<u>Yahia Hamdy Elbashar</u>***, دار الربيع للنشر والتوزيع, 2022/15970, ISBN:978-977-94-2721-8 **[English language]**

23- Lecture Notes in Glass and Glass Doped Rare Earth, prepared by Omnia Mohamed and ***<u>Yahia Elbashar,</u>*** دار الربيع للنشر والتوزيع, 2022/15969, ISBN:978-977-94-2720-1 **[English language]**,

24- “ أسس و قواعد المعادلات في تبسيط علوم فيزياء الرياضيات”, Authored and Collected by Aly Saeed and ***Yahia Hamdy Elbashar,*** **[Arabic language]**, دار الربيع للنشر والتوزيع, 2021/15092, ISBN: 978/977-90-9113-6

25- “Serpent in Ancient Mesopotamia”, Authored and Collected by Omnia Mohamed and ***Yahia Elbashar,*** **[English language]**, دار الربيع للنشر والتوزيع, 2021/15093, ISBN: 978/977-90-9114-3

26- “ موضوعات في تبسيط العلوم الفيزيائية الحديثة”, ***Yahia Elbashar*** ,**[Arabic language]**, دار الربيع للنشر والتوزيع, 2021/15094, ISBN: 978/977-90-9115-0



أ.م.د يحيى حمدي محمد إبراهيم البشار

أستاذ الفيزياء المساعد، وعضو اللجنة الوطنية للفيزياء بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالقاهرة، وخبير تكنولوجيا الليزر بنقابة المهن العلمية بالقاهرة، وعضو سابق بمجلس شعبة الطبيعة والفلك لمجلس نقابة المهن العلمية بالقاهرة بجمهورية مصر العربية.

يُعدّ من الباحثين المهتمين بتبسيط العلوم ونشر الثقافة العلمية، وقد أثرى المكتبة العربية بعدد كبير من المؤلفات والدراسات التي تجاوزت ثلاثين كتابًا في مجالات الفيزياء والعلوم التطبيقية، وطرائق التدريس والتعليم الجامعي، وإدارة المعرفة، وضمان الجودة والاعتماد الأكاديمي، وريادة الأعمال، إلى جانب مؤلفات في تبسيط العلوم للأطفال، والآثار والحضارات القديمة، والطاقة الشمسية والزراعة المائية، فضلاً عن عدد من المراجع والمحاضرات العلمية باللغة الإنجليزية.

تتميَّز أعماله بالسعي إلى بناء جسور بين المعرفة العلمية والتطبيقات الحياتية، وإتاحة العلوم بأسلوب مبسط يجمع بين الدقة الأكاديمية وسهولة العرض.

